EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
Vol. 6, No. 4, September-November 2026
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/edutech

PERAN *ARTIFICIAL INTELLIGENCE* DAN *INFRASTRUKTUR DIGITAL* DALAM MENINGKATKAN KETERLIBATAN AKADEMIK DAN EFEKTIVITAS BELAJAR MAHASISWA

Yumna Aqila Kaltsum[1]*, Eli Zulkatri[2], Kevin Agung Fernanda Rifki[3], Ella Qurrotu Aini[4],Ayub Nur Haqiqi[5]
[1,3,4,5]Program Studi Statistika, Institut Teknologi Kalimantan, [2]Program Studi Ilmu Aktuaria, Institut Teknologi Kalimantan
*e-mail: yumna.kaltsum@lecturer.itk.ac.id

Diterima: *13/10/2026*; Direvisi: *20/10/2026*; Diterbitkan: *3/11/2026*

ABSTRAK

Perkembangan *Artificial Intelligence* (AI) dan teknologi digital telah memberikan peluang baru dalam mendukung proses pembelajaran di perguruan tinggi. Namun, efektivitas pemanfaatan teknologi tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan fasilitas semata, melainkan juga oleh keterlibatan aktif mahasiswa dalam proses akademik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran pemanfaatan AI dan infrastruktur digital dalam meningkatkan efektivitas belajar dengan keterlibatan mahasiswa (*student engagement*) sebagai variabel mediasi pada mahasiswa Institut Teknologi Kalimantan. Pendekatan kuantitatif dengan metode survei diterapkan kepada 347 mahasiswa aktif dari berbagai fakultas dan angkatan yang dipilih melalui teknik *multistage stratified sampling*. Pengumpulan data menggunakan kuesioner skala Likert lima tingkat dan dianalisis menggunakan *Partial Least Squares–Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) dengan model konstruk tingkat kedua melalui *Hierarchical Component Model*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan AI dan infrastruktur digital berpengaruh positif dan signifikan terhadap keterlibatan mahasiswa serta efektivitas belajar. Selain itu, keterlibatan mahasiswa terbukti memediasi secara parsial pengaruh penggunaan AI dan infrastruktur digital terhadap efektivitas belajar, dengan pemanfaatan AI memberikan kontribusi total yang lebih dominan.

Kata Kunci: *artificial intelligence, efektivitas belajar, infrastruktur digital, keterlibatan mahasiswa, PLS-SEM.*

ABSTRACT

The increasing integration of Artificial Intelligence (AI) and digital technologies into higher education has created new opportunities to support the learning process. However, the effectiveness of technology utilization is not solely determined by technical availability, but also by students' active involvement in learning activities. This study aims to analyze the role of AI utilization and digital infrastructure in enhancing learning effectiveness, with student engagement serving as a mediating variable among students at Institut Teknologi Kalimantan. A quantitative survey approach was administered to 347 active students across faculties and cohorts selected through multistage stratified sampling. Data were gathered using a five-point Likert scale questionnaire and analyzed using Partial Least Squares–Structural Equation Modeling (PLS-SEM) with a second-order construct through the Hierarchical Component Model. The results demonstrate that AI usage and digital infrastructure exert positive and significant effects on student engagement and learning effectiveness. Furthermore, student engagement partially mediates the effects of AI usage and digital infrastructure on learning effectiveness, with AI usage exhibiting a more dominant total contribution.

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738

EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
Vol. 6, No. 4, September-November 2026
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/edutech

Keywords: *artificial intelligence, digital infrastructure, learning effectiveness, PLS-SEM, student engagement.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah mengubah cara mahasiswa memperoleh informasi, berinteraksi dengan sumber belajar, menyelesaikan tugas, dan memperoleh umpan balik akademik. Salah satu bentuk pemanfaatan teknologi yang semakin relevan dalam pembelajaran modern adalah penggunaan *Artificial Intelligence* (AI). Kehadiran AI, khususnya *generative AI*, memperluas akses belajar melalui penyediaan penjelasan konsep, perumusan ide, bantuan penulisan, dan dukungan pemecahan masalah secara instan (Heil et al., 2025). Meskipun demikian, pemanfaatan AI tidak serta-merta menjamin tercapainya proses pembelajaran yang bermutu tinggi. Efektivitas AI sangat dipengaruhi oleh kualitas interaksi kognitif, kompetensi digital pengguna, serta ketepatan integrasi teknologi ke dalam aktivitas perkuliahan (Liu et al., 2025).

Tingkat pemanfaatan teknologi cerdas oleh mahasiswa dalam mendukung aktivitas perkuliahan tercermin melalui variabel *AI usage*. Pemanfaatan ini membantu mahasiswa memahami materi yang rumit, mengeksplorasi wawasan baru, dan menuntaskan tugas akademik secara lebih efisien. Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi AI dimanfaatkan dalam bentuk *chatbot*, sistem rekomendasi materi, *intelligent tutoring system*, serta alat bantu penulisan ilmiah (Habibi et al., 2023). Variabel *AI usage* dioperasionalkan melalui empat dimensi utama, yaitu *performance expectancy*, *effort expectancy*, *facilitating conditions*, dan *behavioral use*. Dimensi ini menjelaskan ekspektasi kinerja, kemudahan penggunaan, dukungan fasilitas, serta intensitas perilaku mahasiswa dalam memanfaatkan AI untuk kepentingan akademik (Yakubu et al., 2025).

Di samping adopsi perangkat cerdas, kualitas infrastruktur digital (*digital infrastructure*) menjadi fondasi teknologi mutlak yang menopang ekosistem pembelajaran digital di perguruan tinggi. Kestabilan konektivitas internet, kemudahan akses gawai bergerak, jaringan kabel serat optik, dan keandalan sistem perkuliahan menentukan keberlanjutan interaksi akademik daring (Ajani, 2025). Variabel infrastruktur digital dibentuk oleh tiga dimensi esensial, yaitu *connectivity*, *mobile access*, dan *fixed-network access* (Ndubuisi et al., 2021). Ketersediaan jaringan yang memadai mampu mengeliminasi hambatan teknis koneksi serta menjamin kelancaran interaksi mahasiswa dengan berbagai platform pembelajaran berbasis AI (Mgeni et al., 2024). Fasilitas digital yang andal pada akhirnya memperluas kesempatan belajar mandiri mahasiswa secara fleksibel.

Ketersediaan infrastruktur dan sistem pengelolaan pembelajaran daring (*learning management system*) semata belum cukup untuk menjamin keberhasilan belajar tanpa adanya keterlibatan nyata dari mahasiswa. Manfaat teknologi pendidikan hanya akan terwujud apabila mahasiswa terlibat secara kognitif, memiliki kedekatan emosional, berinteraksi secara sosial, serta menunjukkan inisiatif mandiri (Ajani, 2025; Mgeni et al., 2024). Oleh sebab itu, keterlibatan mahasiswa (*student engagement*) diposisikan sebagai variabel mediasi penting yang menjembatani ketersediaan sarana digital dengan pencapaian hasil belajar. Keterlibatan mahasiswa merefleksikan partisipasi aktif dalam aktivitas perkuliahan, diskusi kelompok, dan penyelesaian proyek ilmiah yang berhubungan erat dengan performa akademik. Variabel ini mencakup empat dimensi, yaitu *behavioral engagement*, *emotional-cognitive engagement*, *social engagement*, dan *agentic engagement* (Bergdahl et al., 2024; Heilporn et al., 2024; Heung & Chiu, 2025).

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738

EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
Vol. 6, No. 4, September-November 2026
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/edutech

Tercapainya keterlibatan mahasiswa secara optimal diharapkan bermuara pada peningkatan efektivitas belajar (*learning effectiveness*). Efektivitas belajar mencerminkan keberhasilan mahasiswa dalam menguasai kompetensi materi, mengembangkan keterampilan baru, merasakan kepuasan afektif, dan mengelola waktu belajar secara efisien (Zhang & Chen, 2021). Variabel efektivitas belajar diukur melalui empat dimensi keluaran, yaitu *cognitive outcome*, *skill-based outcome*, *affective outcome*, dan *time efficiency*. Interaksi intensif dengan teknologi cerdas terbukti memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan performa belajar mahasiswa di perguruan tinggi (Bai & Wang, 2025; Liu et al., 2025). Eksplorasi mendalam diperlukan guna mengurai bagaimana sarana teknologi berinteraksi dengan keterlibatan mahasiswa dalam menghasilkan efektivitas belajar tersebut.

Sebagian besar penelitian terdahulu mengkaji adopsi AI dan infrastruktur digital secara terpisah atau hanya berfokus pada niat penerimaan teknologi tanpa menghubungkannya dengan proses keterlibatan belajar. Kesenjangan tersebut menuntut adanya model konseptual terintegrasi yang menempatkan pemanfaatan AI dan infrastruktur digital sebagai faktor penentu, keterlibatan mahasiswa sebagai mekanisme psikopedagogis, dan efektivitas belajar sebagai hasil akhir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan struktural antara pemanfaatan AI, infrastruktur digital, keterlibatan mahasiswa, dan efektivitas belajar menggunakan PLS-SEM dengan pemodelan konstruk tingkat kedua. Keunggulan penelitian ini terletak pada pemodelan keterlibatan mahasiswa dan efektivitas belajar sebagai konstruk multidimensional yang merepresentasikan dinamika perkuliahan di lingkungan institut teknologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei eksplanatori untuk menguji hubungan struktural antarvariabel yang diteliti. Populasi penelitian adalah seluruh mahasiswa aktif Institut Teknologi Kalimantan (ITK) yang terdaftar pada tahun ajaran berjalan. Sampel sebanyak 347 responden dihimpun menggunakan teknik *multistage stratified sampling* dengan fakultas sebagai strata pertama dan angkatan sebagai strata kedua. Kuesioner penelitian dirancang menggunakan skala Likert lima tingkat, mulai dari skor 1 untuk kategori sangat tidak setuju hingga skor 5 untuk kategori sangat setuju. Instrumen penelitian terdiri atas 49 butir pernyataan yang dikembangkan dari literatur ilmiah terkini guna memastikan validitas isi dari setiap variabel.

Struktur operasionalisasi variabel dalam penelitian ini memposisikan seluruh konstruk utama sebagai konstruk tingkat kedua (*second-order construct*). Variabel *AI usage* dibentuk oleh empat dimensi tingkat pertama, variabel *digital infrastructure* dibentuk oleh tiga dimensi, variabel *student engagement* dibentuk oleh empat dimensi, dan variabel *learning effectiveness* dibentuk oleh empat dimensi. Rincian pembagian konstruk tingkat kedua, dimensi tingkat pertama, kode indikator, dan jumlah butir instrumen disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Struktur Konstruk dan Item Pengukuran

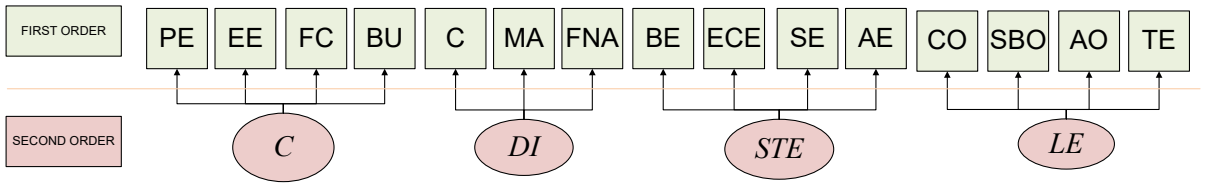
Konstruk Second-Order	Dimensi First-Order	Kode Item	Jumlah Butir
***Artificial Intelligence Usage* (AI)**	*Performance Expectancy*	PE	3
	Effort Expectancy	EE	3
	Facilitating Conditions	FC	3
	Behavioral Use	BU	3
***Digital Infrastructure* (DI)**	*Connectivity*	C	3

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738

EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
Vol. 6, No. 4, September-November 2026
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/edutech

	Mobile Access	MA	3
	Fixed-Network Access	FNA	3
***Student Engagement* (STE)**	*Behavioral Engagement*	BE	4
	Emotional-Cognitive Engagement	ECE	3
	Social Engagement	SE	4
	Agentic Engagement	AE	4
***Learning Effectiveness* (LE)**	*Cognitive Outcome*	CO	4
	Skill-Based Outcome	SBO	3
	Affective Outcome	AO	3
	Time Efficiency	TE	3

Tabel 1 memperlihatkan rincian pembagian 49 butir instrumen pengukuran yang tersebar ke dalam 15 dimensi tingkat pertama. Setiap butir pernyataan dirumuskan secara terukur untuk menangkap persepsi mahasiswa terkait penggunaan teknologi digital dan dinamika proses belajarnya. Struktur hierarki ini dianalisis menggunakan pendekatan *reflective-formative* (*Type II*), di mana indikator ke dimensi bersifat reflektif sedangkan dimensi ke konstruk tingkat kedua bersifat formatif (Prasetya et al., 2023). Pengelompokan butir instrumen ini menjamin bahwa setiap aspek teoretis terwakili secara proporsional dalam pengujian empiris. Visualisasi keterkaitan konseptual antarvariabel dan dimensi disajikan secara komprehensif pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Konstruk dan Item Pengukuran Model Hierarki

Gambar 1 mengilustrasikan model hierarki komponen (*Hierarchical Component Model*) yang menghubungkan seluruh dimensi tingkat pertama ke konstruk tingkat kedua. Kerangka struktural pada Gambar 1 memperlihatkan jalur hubungan langsung dari penggunaan AI dan infrastruktur digital menuju keterlibatan mahasiswa dan efektivitas belajar. Selain itu, gambar tersebut menegaskan peran keterlibatan mahasiswa sebagai variabel mediasi utama dalam model penelitian. Melalui spesifikasi model hierarkis ini, pengujian statistik dapat mengevaluasi kontribusi setiap dimensi pembentuk konstruk secara terperinci.

Analisis data dilakukan menggunakan metode *Partial Least Squares–Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) dengan bantuan perangkat lunak SmartPLS. Evaluasi model pengukuran (*measurement model*) mencakup pemeriksaan reliabilitas indikator (*outer loading*), konsistensi internal (*Cronbach's alpha* dan *composite reliability*), serta validitas konvergen melalui nilai *Average Variance Extracted* (AVE) (Hair et al., 2019). Validitas diskriminan dievaluasi menggunakan kriteria *Fornell-Larcker* dan *Heterotrait-Monotrait Ratio* (HTMT). Sementara itu, evaluasi model struktural (*structural model*) mencakup pemeriksaan multikolinearitas melalui nilai *Variance Inflation Factor* (VIF), koefisien jalur, nilai signifikansi melalui prosedur *bootstrapping*, serta pengujian efek mediasi. Pedoman kriteria ambang batas pengujian statistik dirangkum pada Tabel 2.

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738

EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
Vol. 6, No. 4, September-November 2026
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/edutech

Tabel 2. Kriteria Evaluasi Pengujian Model PLS-SEM

Tahap Evaluasi	Parameter Uji	Kriteria Ambang Batas Evaluasi
Measurement Model	*Outer loading*	Nilai muatan faktor > 0,70
	Cronbach's alpha	Nilai koefisien alfa > 0,70
	Composite reliability	Nilai reliabilitas gabungan > 0,70
	Average Variance Extracted (AVE)	Nilai varians ekstraksi > 0,50
	Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT)	Nilai rasio < 0,90 (kategori baik) atau < 0,85 (kategori sangat baik)
Structural Model	*Variance Inflation Factor* (VIF)	Nilai toleransi multikolinearitas < 5,00
	Koefisien jalur (*Path coefficient*)	Nilai signifikansi probabilitas $p < 0,05$
	Goodness of Fit (GoF)	Kecil ≥ 0,10; sedang ≥ 0,25; besar ≥ 0,36
Analisis Mediasi	Efek tidak langsung (*Indirect effect*)	Nilai signifikansi probabilitas $p < 0,05$

Tabel 2 merangkum seluruh parameter statistik baku yang digunakan untuk memastikan kelayakan instrumen dan kekuatan prediksi model struktural. Penerapan batas nilai ambang pada Tabel 2 menjamin bahwa model terbebas dari bias pengukuran dan gangguan multikolinearitas antarvariabel laten. Pengujian validitas diskriminan yang ketat melalui rasio HTMT memastikan bahwa setiap konstruk secara empiris berbeda satu sama lain. Dengan terpenuhinya seluruh kriteria pada Tabel 2, pengujian hubungan hipotesis dapat menghasilkan simpulan yang valid dan dapat diandalkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

1. Profil Karakteristik Responden

Sebanyak 347 mahasiswa aktif Institut Teknologi Kalimantan berpartisipasi secara sukarela dalam pengisian instrumen penelitian. Responden dikelompokkan berdasarkan asal fakultas dan tahun angkatan perkuliahan guna melihat keterwakilan demografis sampel penelitian. Fakultas yang terlibat meliputi Fakultas Sains dan Teknologi Informasi (FSTI), Fakultas Pembangunan Berkelanjutan (FPB), serta Fakultas Teknologi dan Rekayasa Industri (FRTI). Masing-masing fakultas memiliki fokus kurikulum dan intensitas pemanfaatan perangkat digital yang khas dalam aktivitas akademiknya. Rincian persebaran frekuensi dan persentase profil responden disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Responden Berdasarkan Fakultas dan Angkatan ($N = 347$)

Karakteristik Demografis	Kategori Kelompok	Frekuensi (n)	Persentase Sampel (%)
Fakultas	Fakultas Sains dan Teknologi Informasi (FSTI)	122	35,16
	Fakultas Pembangunan Berkelanjutan (FPB)	92	26,51
	Fakultas Teknologi dan Rekayasa Industri (FRTI)	133	38,33
Angkatan Perkuliahan	Angkatan 2025	137	39,48

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738

EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
Vol. 6, No. 4, September-November 2026
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/edutech

Angkatan 2024	101	29,11
Angkatan 2023	76	21,90
Angkatan 2022 ke atas	33	9,51

Berdasarkan data pada Tabel 3, responden tersebar secara proporsional pada ketiga fakultas dengan persentase terbesar berasal dari FRTI sebesar 38,33%, disusul FSTI sebesar 35,16%, dan FPB sebesar 26,51%. Ditinjau dari tahun angkatan, mahasiswa angkatan 2025 mendominasi dengan proporsi 39,48%, diikuti angkatan 2024 sebesar 29,11%, angkatan 2023 sebesar 21,90%, serta angkatan senior 2022 ke atas sebesar 9,51%. Komposisi yang disajikan pada Tabel 3 ini membuktikan bahwa sampel penelitian memiliki keragaman latar belakang disiplin ilmu dan tingkat kematangan studi. Keragaman ini memperkuat derajat keterwakilan populasi mahasiswa dalam mengevaluasi efektivitas pembelajaran digital.

2. Evaluasi Model Pengukuran Tingkat Pertama (*First-Order Dimension*)

Tahap evaluasi model pengukuran tingkat pertama bertujuan untuk menguji validitas konvergen, reliabilitas konsistensi internal, dan validitas diskriminan pada 15 dimensi pembentuk konstruk. Validitas konvergen dinilai dari nilai *outer loading* dan AVE, sedangkan reliabilitas dinilai melalui *Cronbach's alpha* dan *composite reliability*. Nilai akar kuadrat AVE pada kriteria *Fornell-Larcker* juga dihitung untuk membandingkan korelasi antar-dimensi. Rangkuman hasil pengujian metrik pengukuran tingkat pertama disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Evaluasi Pengukuran Model Tingkat Pertama (*First-Order Dimension*)

Dimensi First-Order	Cronbach's Alpha	Loading Factor Minimum	Composite Reliability	AVE	Nilai Fornell-Larcker
Performance Expectancy **(PE)**	0,818	0,836	0,892	0,733	0,856
Effort Expectancy **(EE)**	0,807	0,829	0,886	0,722	0,850
Facilitating Conditions **(FC)**	0,815	0,835	0,890	0,730	0,855
Behavioral Use **(BU)**	0,809	0,843	0,887	0,724	0,851
Connectivity **(C)**	0,745	0,781	0,855	0,662	0,814
Mobile Access **(MA)**	0,842	0,818	0,905	0,761	0,872
Fixed-Network Access **(FNA)**	0,822	0,841	0,894	0,738	0,859
Behavioral Engagement **(BE)**	0,741	0,769	0,838	0,564	0,751
Emotional-Cognitive Engagement **(ECE)**	0,862	0,873	0,916	0,783	0,885
Social Engagement **(SE)**	0,847	0,832	0,897	0,686	0,828
Agentic Engagement **(AE)**	0,843	0,727	0,896	0,683	0,826
Cognitive Outcome **(CO)**	0,851	0,771	0,900	0,692	0,832

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738

EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
Vol. 6, No. 4, September-November 2026
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/edutech

***Skill-Based Outcome* (SBO)**	0,823	0,843	0,894	0,738	0,859
***Affective Outcome* (AO)**	0,852	0,834	0,910	0,772	0,879
***Time Efficiency* (TE)**	0,887	0,893	0,930	0,816	0,903

Hasil perhitungan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa seluruh dimensi memiliki nilai *outer loading* di atas 0,70 dan nilai AVE melampaui batas 0,50. Nilai *Cronbach's alpha* dan *composite reliability* pada seluruh dimensi berada di atas batas kritis 0,70, yang membuktikan keandalan konsistensi internal instrumen. Selain itu, nilai akar kuadrat AVE pada kolom *Fornell-Larcker* di Tabel 4 lebih besar daripada korelasi antar-dimensi lainnya. Evaluasi dilanjutkan dengan menguji rasio HTMT untuk memastikan ketiadaan multikolinearitas antar-dimensi tingkat pertama sebagaimana ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Validitas Diskriminan Tingkat Pertama Berdasarkan Rasio HTMT

Dimensi	PE	EE	FC	BU	C	MA	FNA	BE	ECE	SE	AE	CO	SBO	AO	TE
PE	—														
EE	0,849	—													
FC	0,681	0,881	—												
BU	0,869	0,814	0,684	—											
C	0,301	0,352	0,511	0,371	—										
MA	0,516	0,571	0,636	0,465	0,534	—									
FNA	0,452	0,578	0,620	0,483	0,675	0,765	—								
BE	0,595	0,653	0,637	0,570	0,302	0,584	0,527	—							
ECE	0,539	0,542	0,499	0,452	0,384	0,499	0,513	0,779	—						
SE	0,587	0,633	0,648	0,586	0,286	0,587	0,545	0,779	0,729	—					
AE	0,629	0,646	0,650	0,564	0,341	0,612	0,558	0,833	0,827	0,839	—				
CO	0,712	0,694	0,691	0,710	0,371	0,557	0,564	0,760	0,708	0,730	0,785	—			
SBO	0,745	0,744	0,718	0,757	0,452	0,584	0,617	0,793	0,688	0,735	0,737	0,844	—		
AO	0,628	0,613	0,650	0,628	0,371	0,573	0,541	0,758	0,679	0,679	0,733	0,851	0,847	—	
TE	0,662	0,689	0,714	0,717	0,368	0,616	0,569	0,601	0,503	0,643	0,670	0,775	0,806	0,793	—

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738

EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
Vol. 6, No. 4, September-November 2026
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/edutech

Tabel 5 memperlihatkan bahwa seluruh nilai rasio HTMT berada di bawah ambang batas konservatif 0,90, dengan nilai tertinggi sebesar 0,881 antara dimensi *effort expectancy* dan *facilitating conditions*. Ketiadaan nilai rasio yang melampaui 0,90 pada Tabel 5 mengonfirmasi bahwa setiap dimensi mengukur fenomena empiris yang unik dan tidak mengalami tumpang tindih pengukuran. Hasil ini melengkapi pembuktian validitas konvergen sebelumnya. Dengan demikian, model pengukuran tingkat pertama dinyatakan sahih dan andal untuk membentuk konstruk tingkat kedua.

3. Evaluasi Model Pengukuran Tingkat Kedua (*Second-Order Construct*)

Evaluasi konstruk tingkat kedua dilakukan guna menilai kontribusi dimensi pembentuk dalam mengonstruksi variabel laten multidimensional. Hubungan formatif antara dimensi tingkat pertama menuju konstruk tingkat kedua dievaluasi nilai signifikansi bobotnya, sedangkan reflektivitas gabungan dievaluasi konsistensi internalnya. Parameter evaluasi meliputi *Cronbach's alpha*, muatan faktor dimensi minimum (*dimension loading factor*), *composite reliability*, AVE, dan *Fornell-Larcker*. Rangkuman hasil pengujian konstruk tingkat kedua dipaparkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Evaluasi Pengukuran Model Tingkat Kedua (*Second-Order Construct*)

Konstruk Second-Order	Cronbach's Alpha	Loading Factor Minimum	Composite Reliability	AVE	Nilai Fornell-Larcker
Artificial Intelligence Usage	0,880	0,820	0,918	0,736	0,858
Digital Infrastructure	0,769	0,767	0,867	0,686	0,828
Student Engagement	0,884	0,838	0,920	0,742	0,861
Learning Effectiveness	0,914	0,894	0,939	0,795	0,892

Data pada Tabel 6 menunjukkan bahwa keempat konstruk tingkat kedua memiliki nilai reliabilitas komposit di atas 0,85 dan nilai AVE melampaui 0,68. Nilai muatan faktor dimensi minimum berada pada angka 0,767, yang membuktikan bahwa seluruh dimensi memberikan kontribusi yang solid terhadap pembentukan konstruk tingkat kedua. Nilai akar kuadrat AVE pada kolom *Fornell-Larcker* di Tabel 6 juga lebih tinggi daripada korelasi antarkonstruk lainnya. Validitas diskriminan tingkat kedua selanjutnya diuji menggunakan kriteria rasio HTMT pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Validitas Diskriminan Tingkat Kedua Berdasarkan Rasio HTMT

Konstruk Tingkat Kedua	Artificial Intelligence Usage (AIU)	Digital Infrastructure (DI)	Student Engagement (STE)	Learning Effectiveness (LE)
Artificial Intelligence Usage	—			
Digital Infrastructure	0,678	—		
Student Engagement	0,740	0,665	—	

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738

EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
Vol. 6, No. 4, September-November 2026
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/edutech

Learning Effectiveness	0,841	0,692	0,848	—

Tabel 7 mengindikasikan bahwa seluruh nilai rasio HTMT antarkonstruk tingkat kedua berada di bawah ambang batas 0,90. Nilai tertinggi tercatat pada relasi antara *student engagement* dan *learning effectiveness* sebesar 0,848, disusul relasi antara *AI usage* dan *learning effectiveness* sebesar 0,841. Hasil pada Tabel 7 ini memastikan bahwa keempat konstruk utama memiliki independensi empiris yang kuat dalam model struktural. Oleh karena itu, tahapan evaluasi dapat dilanjutkan pada pengujian hipotesis pengaruh langsung dan mediasi.

4. Pengujian Hipotesis Pengaruh Langsung (*Direct Effect*)

Pengujian hipotesis struktural dilakukan melalui prosedur *bootstrapping* dengan 5.000 subsampel untuk menguji signifikansi koefisien jalur dan nilai *p-value*. Lima hipotesis pengaruh langsung diuji untuk membuktikan keterkaitan antarkonstruk teknologi, keterlibatan mahasiswa, dan efektivitas belajar. Nilai koefisien jalur yang bertanda positif mengindikasikan adanya hubungan yang searah antarkonstruk. Rincian hasil estimasi pengujian pengaruh langsung disajikan pada Tabel 8.

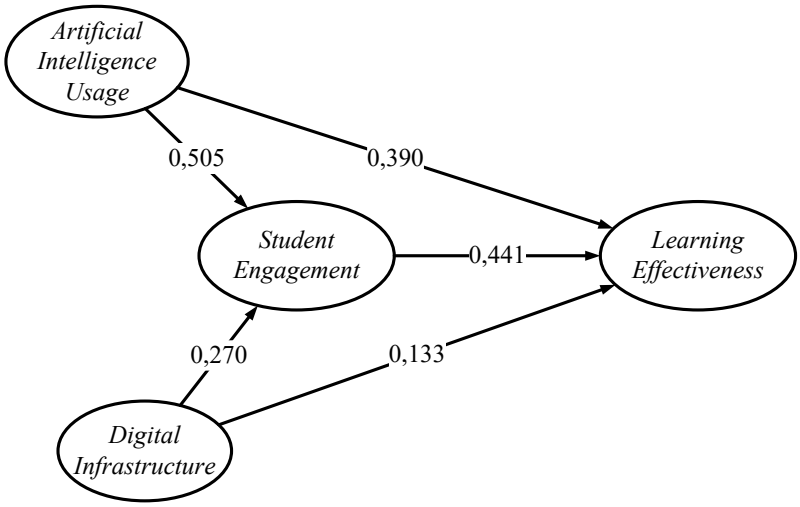
Tabel 8. Hasil Pengujian Hipotesis Pengaruh Langsung (*Direct Effect*)

Hipotesis	Jalur Hubungan Antarvariabel	Koefisien Jalur (β)	Nilai Statistik t	Nilai p-value	Keputusan Uji
H1	*AI Usage → Student Engagement*	0,505	9,842	$< 0,001$	Diterima (Signifikan)
H2	*Digital Infrastructure → Student Engagement*	0,270	5,114	$< 0,001$	Diterima (Signifikan)
H3	*AI Usage → Learning Effectiveness*	0,390	7,651	$< 0,001$	Diterima (Signifikan)
H4	*Digital Infrastructure → Learning Effectiveness*	0,133	2,746	0,006	Diterima (Signifikan)
H5	*Student Engagement → Learning Effectiveness*	0,441	8,235	$< 0,001$	Diterima (Signifikan)

Berdasarkan Tabel 8, seluruh hipotesis langsung (H1 hingga H5) terbukti berpengaruh positif dan signifikan pada taraf nyata $\alpha = 0,05$. Pemanfaatan AI terbukti menjadi prediktor paling dominan terhadap keterlibatan mahasiswa dengan koefisien $\beta = 0,505$ ($p < 0,001$), sedangkan infrastruktur digital memberikan pengaruh sebesar $\beta = 0,270$ ($p < 0,001$). Terhadap efektivitas belajar, keterlibatan mahasiswa mencatatkan pengaruh langsung tertinggi ($\beta = 0,441; p < 0,001$), diikuti oleh pemanfaatan AI ($\beta = 0,390; p < 0,001$) dan infrastruktur digital ($\beta = 0,133; p = 0,006$). Diagram jalur struktural beserta koefisien regresinya diilustrasikan pada Gambar 2.

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738

EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
Vol. 6, No. 4, September-November 2026
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/edutech



Gambar 2. Koefisien Jalur Pengaruh Langsung Model Struktural

Gambar 2 merangkum besaran parameter estimasi yang menghubungkan variabel eksogen dan endogen dalam model penelitian. Visualisasi pada Gambar 2 memperjelas bahwa pemanfaatan AI memiliki peran langsung yang substansial baik terhadap keterlibatan mahasiswa maupun efektivitas belajar. Selain itu, gambar tersebut mengonfirmasi peran sentral keterlibatan mahasiswa dalam memperkuat capaian efektivitas belajar di perguruan tinggi. Hubungan terpadu ini menjadi landasan untuk menganalisis mekanisme efek tidak langsung melalui pengujian mediasi.

5. Analisis Mediasi dan Pengaruh Total

Pengujian mediasi dilakukan untuk membuktikan peran keterlibatan mahasiswa dalam menjembatani pengaruh pemanfaatan AI dan infrastruktur digital terhadap efektivitas belajar. Efek mediasi dinilai berdasarkan signifikansi nilai *indirect effect* serta perhitungan *total effect* pada taraf signifikansi 5%. Jenis mediasi ditetapkan sebagai mediasi parsial apabila pengaruh langsung dan pengaruh tidak langsung sama-sama terbukti signifikan secara statistik. Rekapitulasi hasil estimasi efek tidak langsung dan efek total disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian Efek Mediasi dan Pengaruh Total

Model Jalur Pengujian	Koefisien Jalur (β)	Nilai Statistik t	Nilai p-value	Tipe / Keputusan
Efek Tidak Langsung (*Indirect Effect*)				
AI Usage → Student Engagement → Learning Effectiveness	0,223	5,942	< 0,001	Mediasi Parsial
Digital Infrastructure → Student Engagement → Learning Effectiveness	0,119	4,217	< 0,001	Mediasi Parsial
Pengaruh Total (*Total Effect*)				
AI Usage → Learning Effectiveness	0,613	14,821	< 0,001	Signifikan
Digital Infrastructure → Learning Effectiveness	0,252	5,348	< 0,001	Signifikan

Tabel 9 membuktikan bahwa variabel keterlibatan mahasiswa secara signifikan memediasi hubungan antara pemanfaatan AI dan efektivitas belajar ($\beta = 0{,}223; p < 0{,}001$). Jalur mediasi keterlibatan mahasiswa pada pengaruh infrastruktur digital terhadap efektivitas

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738

EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
Vol. 6, No. 4, September-November 2026
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/edutech

belajar juga terbukti signifikan ($\beta = 0{,}119; p < 0{,}001$). Karena efek langsung pada kedua hubungan tersebut tetap signifikan, maka peran mediasi keterlibatan mahasiswa diklasifikasikan sebagai mediasi parsial (*partial mediation*). Ditinjau dari pengaruh total pada Tabel 9, pemanfaatan AI memberikan kontribusi keseluruhan yang jauh lebih tinggi ($\beta = 0{,}613$) dibandingkan infrastruktur digital ($\beta = 0{,}252$).

6. Evaluasi Kesesuaian Model (*Goodness of Fit*)

Evaluasi kesesuaian model dilakukan untuk menguji sejauh mana model teoretis yang dirancang mampu menggambarkan struktur data empiris secara menyeluruh. Pengujian *Goodness of Fit* (GoF) mempertimbangkan parameter *Average Path Coefficient* (APC), *Average R-squared* (ARS), *Average Block VIF* (AVIF), serta indeks global Tenenhaus GoF. Pemeriksaan rasio kualitas tambahan seperti *Sympson's Paradox Ratio* (SPR) juga dilakukan untuk memastikan tidak adanya anomali multikolinearitas. Ringkasan hasil evaluasi kesesuaian model disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Evaluasi Kelayakan Model Struktural (*Goodness of Fit*)

Indeks Kesesuaian Model	Nilai Estimasi	Kriteria Ambang Batas Evaluasi	Kesimpulan Kelayakan
***Average Path Coefficient* (APC)**	0,348	$p < 0{,}05$	Memenuhi Kriteria ($p < 0{,}001$)
***Average R-squared* (ARS)**	0,599	$p < 0{,}05$	Memenuhi Kriteria ($p < 0{,}001$)
***Average Adjusted R-squared* (AARS)**	0,596	$p < 0{,}05$	Memenuhi Kriteria ($p < 0{,}001$)
***Average Block VIF* (AVIF)**	1,693	Toleransi $\leq 5{,}00$; ideal $\leq 3{,}30$	Sangat Baik (Bebas Kolinier)
***Average Full Collinearity VIF* (AFVIF)**	2,512	Toleransi $\leq 5{,}00$; ideal $\leq 3{,}30$	Sangat Baik (Bebas Kolinier)
***Tenenhaus Goodness of Fit* (GoF)**	0,666	Kecil $\geq 0{,}10$; sedang $\geq 0{,}25$; besar $\geq 0{,}36$	Kategori Besar (*Large Fit*)
***Sympson's Paradox Ratio* (SPR)**	1,000	Nilai toleransi $\geq 0{,}70$; ideal $= 1{,}00$	Sangat Baik
***R-squared Contribution Ratio* (RSCR)**	1,000	Nilai toleransi $\geq 0{,}90$; ideal $= 1{,}00$	Sangat Baik
***Statistical Suppression Ratio* (SSR)**	1,000	Nilai toleransi $\geq 0{,}70$	Sangat Baik
***Nonlinear Bivariate Causality Direction Ratio* (NLBCDR)**	1,000	Nilai toleransi $\geq 0{,}70$	Sangat Baik

Tabel 10 menunjukkan bahwa nilai APC (0,348) dan ARS (0,599) signifikan pada tingkat $p < 0{,}001$, yang membuktikan kekuatan eksplanatori model terhadap variabel endogen. Nilai AVIF (1,693) dan AFVIF (2,512) berada di bawah angka 3,30, yang menandakan model sepenuhnya bebas dari permasalahan multikolinearitas. Nilai Tenenhaus GoF sebesar 0,666 berada jauh di atas batas 0,36, sehingga model dikategorikan memiliki kesesuaian global yang besar (*large fit*). Keempat rasio kualitas tambahan pada Tabel 10 mencatatkan skor sempurna 1,000, yang membuktikan bahwa spesifikasi model struktural sangat valid dan bebas dari distorsi hubungan kausal.

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738

EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
Vol. 6, No. 4, September-November 2026
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/edutech

Pembahasan

Temuan empiris penelitian ini membuktikan bahwa pemanfaatan teknologi cerdas berhubungan positif dengan efektivitas pembelajaran mahasiswa, baik secara langsung maupun melalui mediasi keterlibatan akademik. Pengaruh langsung pemanfaatan AI terhadap keterlibatan mahasiswa mencatatkan koefisien tertinggi ($\beta = 0{,}505; p < 0{,}001$). Hasil ini mengindikasikan bahwa ketika mahasiswa mempersepsikan AI mampu mempermudah tugas analitis dan komputasi, keaktifan belajar mereka akan meningkat. Mahasiswa memanfaatkan AI bukan sekadar sebagai alat bantu pengetikan, melainkan sebagai mitra dialogis dalam mengonstruksi pemahaman konsep ilmiah (Yakubu et al., 2025). Integrasi fungsional inilah yang mendorong keterlibatan kognitif dan perilaku mahasiswa dalam proses perkuliahan.

Hubungan erat antara pemanfaatan AI dan keterlibatan mahasiswa selaras dengan temuan meta-analisis Heung dan Chiu (2025) yang mencatat dampak positif aplikasi cerdas terhadap dimensi keterlibatan perilaku, kognitif, dan afektif. Dalam penelitian ini, keterlibatan mahasiswa mencakup dimensi *social* dan *agentic engagement*, di mana mahasiswa mengambil inisiatif mencari penjelasan mandiri serta mendiskusikannya dengan rekan sejawat. Mahasiswa yang memiliki literasi teknologi cerdas cenderung lebih proaktif dalam meregulasi tujuan belajarnya (Bergdahl et al., 2024; Kahu, 2013). Hal ini membuktikan bahwa teknologi AI mampu menggeser peran mahasiswa dari penerima informasi pasif menjadi pembelajar mandiri yang berdaya. Keberadaan AI memfasilitasi eksplorasi materi perkuliahan secara lebih mendalam dan terarah.

Sementara itu, infrastruktur digital terbukti berpengaruh positif dan signifikan terhadap keterlibatan mahasiswa ($\beta = 0{,}270; p < 0{,}001$) serta efektivitas belajar ($\beta = 0{,}133; p = 0{,}006$). Besaran koefisien infrastruktur yang lebih kecil menunjukkan bahwa sarana jaringan berperan sebagai kondisi pemungkin (*enabling condition*) fisik, bukan penggerak utama kognisi (Bond et al., 2020). Ketersediaan jaringan internet kampus dan akses gawai bergerak menjamin kelancaran interaksi di platform digital tanpa terkendala hambatan teknis (Ajani, 2025; Ndubuisi et al., 2021). Namun, keberadaan koneksi internet berkecepatan tinggi tidak otomatis menghasilkan capaian belajar yang unggul tanpa adanya aktivitas intelektual yang bermakna. Infrastruktur menyediakan gerbang aksesibilitas, sedangkan pemanfaatan AI menentukan kedalaman pemrosesan informasi (Nkomo et al., 2021).

Ditinjau dari determinan efektivitas belajar, keterlibatan mahasiswa menjadi prediktor langsung yang paling berpengaruh ($\beta = 0{,}441; p < 0{,}001$), melampaui efek langsung AI dan infrastruktur digital. Mahasiswa yang aktif bertanya, mengelaborasi konsep materi, dan menjaga motivasi terbukti meraih pemahaman kognitif, keterampilan praktis, serta efisiensi waktu yang lebih baik (Chen & Cheung, 2025; Zhang & Chen, 2021). Keterlibatan mahasiswa juga terbukti memediasi secara parsial pengaruh pemanfaatan AI ($\beta = 0{,}223$) dan infrastruktur digital ($\beta = 0{,}119$) terhadap efektivitas belajar. Temuan ini menegaskan bahwa manfaat edukatif dari teknologi digital hanya akan bertransformasi menjadi hasil belajar yang optimal apabila mampu membangkitkan keikutsertaan aktif mahasiswa (Bai & Wang, 2025). Tanpa adanya keterlibatan mental, pemanfaatan AI berisiko menimbulkan ketergantungan pasif (*over-reliance*) yang kontraproduktif (Heung & Chiu, 2025). Oleh karena itu, pengintegrasian AI dalam pembelajaran perlu diiringi strategi pedagogis yang mendorong mahasiswa untuk mempertanyakan keluaran AI, membandingkannya dengan gagasan yang dihasilkan manusia, serta memahami keterbatasannya (Bora & Kölemen, 2025; Chan, 2023; Chan & Hu, 2023; Kim et al., 2024; Prambudi, 2024; Zhai et al., 2024).

Secara kumulatif, pengaruh total pemanfaatan AI terhadap efektivitas belajar mencapai 0,613, jauh lebih dominan dibandingkan pengaruh total infrastruktur digital sebesar 0,252.

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738

Kesenjangan kontribusi ini menegaskan bahwa intervensi perangkat lunak cerdas yang langsung memandu penyelesaian tugas akademik memberikan dampak pedagogis yang lebih nyata daripada sekadar penyediaan bandwidth internet (Liu et al., 2025). Perguruan tinggi tidak boleh hanya berfokus pada pengadaan perangkat keras tanpa membekali sivitas akademika dengan strategi pemanfaatan AI yang etis dan kritis. Kebijakan akademik perlu diarahkan pada perancangan tugas-tugas perkuliahan berbasis proyek yang menuntut kolaborasi dan evaluasi kritis terhadap keluaran AI. Sinergi antara keandalan fasilitas jaringan, kecakapan navigasi AI, dan keterlibatan aktif mahasiswa menjadi kunci utama keberhasilan transformasi digital di pendidikan tinggi.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa pemanfaatan AI dan infrastruktur digital memiliki peran penting yang signifikan dalam meningkatkan keterlibatan akademik dan efektivitas belajar mahasiswa di perguruan tinggi. Pemanfaatan AI terbukti memberikan kontribusi pengaruh langsung maupun total yang jauh lebih dominan terhadap efektivitas belajar dibandingkan ketersediaan infrastruktur digital. Selain itu, keterlibatan mahasiswa terkonfirmasi berperan sebagai variabel mediasi parsial yang menjembatani pengaruh pemanfaatan AI dan infrastruktur digital terhadap efektivitas pembelajaran. Temuan ini menjawab tujuan penelitian dengan menegaskan bahwa fasilitas teknologi digital berfungsi optimal ketika mampu memantik partisipasi kognitif, emosional, sosial, dan inisiatif mandiri mahasiswa dalam aktivitas perkuliahan.

Implikasi praktis dari penelitian ini menuntut pengelola perguruan tinggi untuk mengintegrasikan panduan literasi AI ke dalam kurikulum pembelajaran, di samping memelihara stabilitas infrastruktur jaringan kampus. Dosen disarankan merancang skenario pembelajaran interaktif yang menempatkan perangkat AI sebagai sarana eksplorasi kritis, bukan sekadar mesin penuntas tugas instan. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan memperluas cakupan sampel lintas universitas dengan karakteristik kelembagaan yang berbeda guna memperkuat generalisasi temuan. Penelitian masa depan juga dapat mempertimbangkan pendekatan longitudinal atau metode campuran guna menelaah potensi dampak ketergantungan teknologi terhadap kemandirian berpikir jangka panjang mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

Ajani, O. A. A. (2025). Bridging the digital divide: Exploring undergraduate students' experiences with learning management systems in a rural South African university. *Frontiers in Education*, *10*, Article 1674885. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1674885

Bai, Y., & Wang, S. (2025). Impact of generative AI interaction and output quality on university students' learning outcomes: A technology-mediated and motivation-driven approach. *Scientific Reports*, *15*, Article 24054. https://doi.org/10.1038/s41598-025-08697-6

Bergdahl, N., Bond, M., Sjöberg, J., Dougherty, M., & Oxley, E. (2024). Unpacking student engagement in higher education learning analytics: A systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *21*, Article 63. https://doi.org/10.1186/s41239-024-00493-y

Bond, M., Buntins, K., Bedenlier, S., Zawacki-Richter, O., & Kerres, M. (2020). Mapping research in student engagement and educational technology in higher education: A

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738

systematic evidence map. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *17*(1), 1–30. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0176-8

Bora, B. Y., & Kölemen, C. Ş. (2025). Integrating AI into instructional design: A case study on digital photography education in higher education. *Contemporary Educational Technology*, *17*(3), Article ep512. https://doi.org/10.30935/cedtech/16433

Chan, C. K. Y. (2023). A comprehensive AI policy education framework for university teaching and learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *20*(1), Article 38. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00408-3

Chan, C. K. Y., & Hu, W. (2023). Students' voices on generative AI: Perceptions, benefits, and challenges in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *20*(1), Article 43. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00411-8

Chen, S., & Cheung, A. C. (2025). Effect of generative artificial intelligence on university students learning outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Educational Research Review*, *43*, Article 100737. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2025.100737

Habibi, A., Muhaimin, M., Danibao, B. K., Wibowo, Y. G., Wahyuni, S., & Octavia, A. (2023). ChatGPT in higher education learning: Acceptance and use. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *5*, Article 100190. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100190

Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, *31*(1), 2–24. https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203

Heil, J., Ifenthaler, D., Cooper, M., Mascia, M. L., & Conti, R. (2025). Students' perceived impact of GenAI tools on learning and assessment in higher education: The role of individual AI competence. *Smart Learning Environments*, *12*, Article 37. https://doi.org/10.1186/s40561-025-00395-0

Heilporn, G., Raynault, A., & Frenette, É. (2024). Student engagement in a higher education course: A multidimensional scale for different course modalities. *Social Sciences & Humanities Open*, *9*, Article 100794. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100794

Heung, Y. M. E., & Chiu, T. K. F. (2025). How ChatGPT impacts student engagement from a systematic review and meta-analysis study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *8*, Article 100361. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100361

Kahu, E. R. (2013). Framing student engagement in higher education. *Studies in Higher Education*, *38*(5), 758–773. https://doi.org/10.1080/03075079.2011.598505

Kim, J., Yu, S., Detrick, R., & Li, N. (2024). Exploring students' perspectives on Generative AI-assisted academic writing. *Education and Information Technologies*, *30*(1), 1265–1300. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12878-7

Liu, X., Guo, B., He, W., & Hu, X. (2025). Effects of generative artificial intelligence on K-12 and higher education students' learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, *63*(5), 1145–1172. https://doi.org/10.1177/07356331251329185

Mgeni, M. S., Haji, H. A., Yunus, S. A., & Abdulla, A. A. (2024). Adoption of mobile application for enhancing learning in higher education: Students' views from the State University of Zanzibar, Tanzania. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, *16*(2), 265–273. https://doi.org/10.1080/20421338.2023.2289248

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738

Ndubuisi, G., Otioma, C., & Tetteh, G. K. (2021). Digital infrastructure and employment in services: Evidence from Sub-Saharan African countries. *Telecommunications Policy*, *45*(8), Article 102153. https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102153

Nkomo, L. M., Daniel, B. K., & Butson, R. J. (2021). Synthesis of student engagement with digital technologies: A systematic review of the literature. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *18*(1), Article 34. https://doi.org/10.1186/s41239-021-00270-1

Prambudi, N. L. (2024). A quantitative analysis of artificial intelligence's impact on students' mindset and critical thinking in higher education. *IJIIS: International Journal of Informatics and Information Systems*, *7*(4), 168–178. https://doi.org/10.47738/ijiis.v7i4.222

Prasetya, M. S., Nurhadi, M., Puspitaningrum, A. C., Arifianti, C., & Hudzaifah, A. H. (2023). Analisis kualitas website perguruan tinggi sebagai second-order construct menggunakan pendekatan PLS-SEM. *Teknika*, *12*(2), 144–157. https://doi.org/10.34148/teknika.v12i2.617

Yakubu, M. N., David, N., & Abubakar, N. H. (2025). Students' behavioural intention to use content generative AI for learning and research: A UTAUT theoretical perspective. *Education and Information Technologies*, *30*, 17969–17994. https://doi.org/10.1007/s10639-025-13441-8

Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L. D. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: A systematic review. *Smart Learning Environments*, *11*(1), Article 37. https://doi.org/10.1186/s40561-024-00316-7

Zhang, G., & Chen, C. (2021). A study on the relationship between learning motivation and learning effectiveness of personnel based on innovation capability. *Frontiers in Psychology*, *12*, Article 772904. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.772904

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi
https://doi.org/10.51878/edutech.v6i4.15738